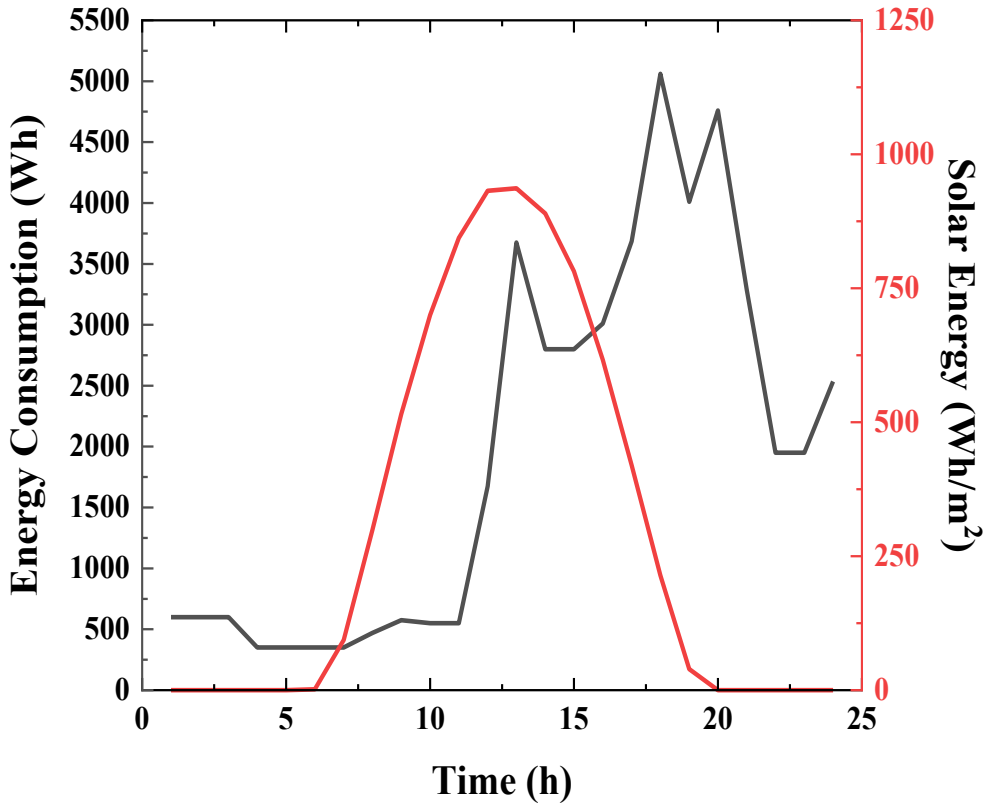
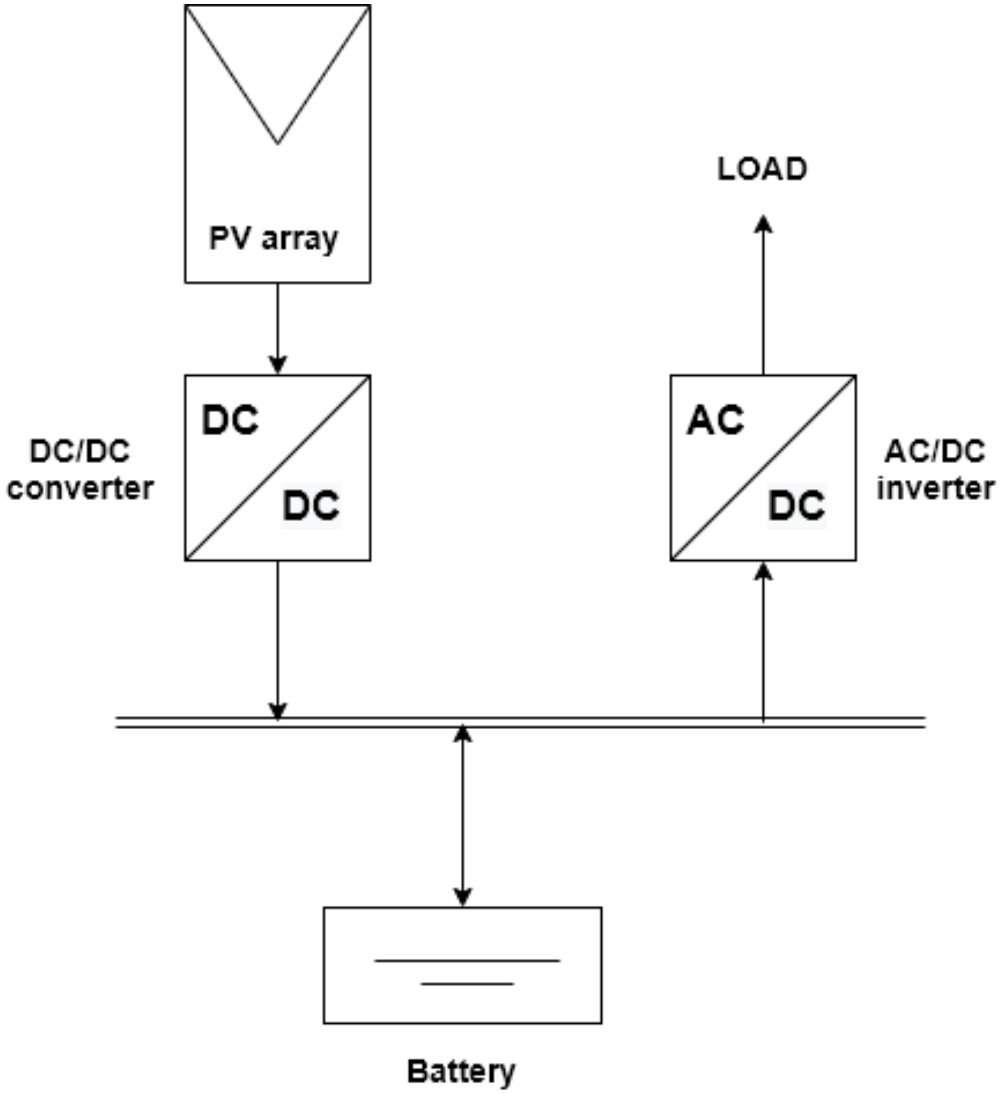
Σχεδιασμός Συστήματος Αυτόνομης Οικίας

Ώρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m^2	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m^2
0-1	600	500	0	0
1-2	600	500	0	0
2-3	600	250	0	0
3-4	350	250	0	0
4-5	350	250	0	0
5-6	350	250	1.5	0
6-7	350	370	93.5	0
7-8	470	370	299	17.9
8-9	575	725	515.1	155.9
9-10	550	450	700.1	319.6
10-11	550	450	843.8	453
11-12	1675	450	932	536.1
12-13	3675	2450	936.4	566.7
13-14	2800	450	889.4	523.7
14-15	2800	450	781.6	462.9
15-16	3010	910	616.3	306.8
16-17	3685	1335	419.6	129.9
17-18	5060	2710	214.4	13.5
18-19	4010	2600	39.5	0
19-20	4760	3350	0	0
20-21	3285	2600	0	0
21-22	1950	1850	0	0
22-23	1950	1850	0	0
23-24	2535	1310	0	0
	46540	26680	7282.2	3486

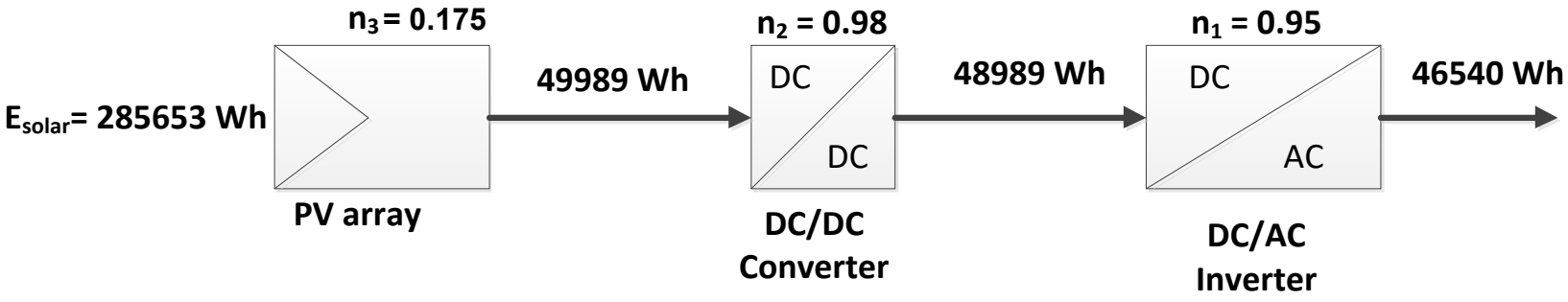
Σενάριο 1ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m^2
0-1	600	0
1-2	600	0
2-3	600	0
3-4	350	0
4-5	350	0
5-6	350	1.5
6-7	350	93.5
7-8	470	299
8-9	575	515.1
9-10	550	700.1
10-11	550	843.8
11-12	1675	932
12-13	3675	936.4
13-14	2800	889.4
14-15	2800	781.6
15-16	3010	616.3
16-17	3685	419.6
17-18	5060	214.4
18-19	4010	39.5
19-20	4760	0
20-21	3285	0
21-22	1950	0
22-23	1950	0
23-24	2535	0
	46540	7282




PV array
LOAD
DC
DC
DC/DC
converter
AC
DC
AC/DC
inverter
Battery

Σενάριο 1ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας



$$n_1 = \frac{E_{load}}{E_{inv}} \Rightarrow E_{inv} = \frac{E_{load}}{n_1}$$

$$E_{load} = 46540\ Wh$$

$$n_1 = 0.95$$

$$E_{inv} = 48989\ Wh$$

$$n_2 = \frac{E_{inv}}{E_{PV}} \Rightarrow E_{PV} = \frac{E_{inv}}{n_2}$$

$$E_{inv} = 48989\ Wh$$

$$n_2 = 0.98$$

$$E_{\mathrm{PV}} = 49989Wh$$

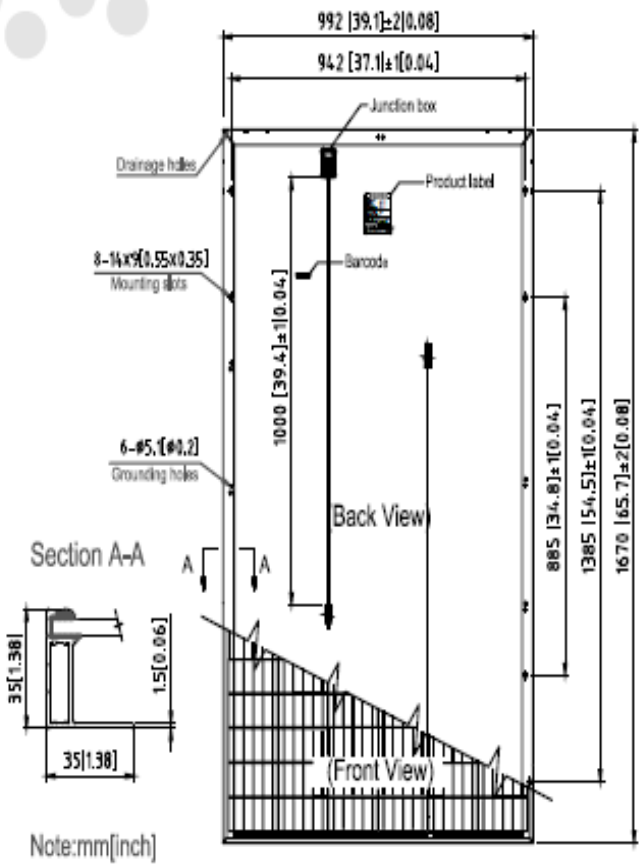
$$n_3 = \frac{E_{PV}}{E_{solar}} \Rightarrow E_{solar} = \frac{E_{PV}}{n_3}$$

$$E_{PV} = 49989\ Wh$$

$$n_3 = 0.175$$

$$E_{solar} = 285653Wh$$

Επιλογή Προδιαγραφών Φωτοβολταϊκών



Electrical Characteristics

STC	STP290-20/ Wfh	STP285-20/ Wfh	STP280-20/ Wfh
Maximum Power at STC (Pmax)	290 W	285 W	280 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	31.4 V	31.3 V	31.2 V
Optimum Operating Current (Imp)	9.24 A	9.11 A	8.98 A
Open Circuit Voltage (Voc)	38.5 V	38.3 V	38.1 V
Short Circuit Current (Isc)	9.58 A	9.48 A	9.37 A
Module Efficiency	17.5%	17.2%	16.9%
Operating Module Temperature	-40 °C to +85 °C		
Maximum System Voltage	1000 V DC (IEC)		
Maximum Series Fuse Rating	20 A		
Power Tolerance	0/+5 W		

STC: Irradiance 1000 W/m2, module temperature 25 °C, AM=1.5;
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

NOCT	STP290-20/ Wfh	STP285-20/ Wfh	STP280-20/ Wfh
Maximum Power at NOCT (Pmax)	214.3 W	210.3 W	206.4 W
Optimum Operating Voltage (Vmp)	29.2 V	29.0 V	28.8 V
Optimum Operating Current (Imp)	7.33 A	7.25 A	7.16 A
Open Circuit Voltage (Voc)	35.4 V	35.2 V	35.0 V
Short Circuit Current (Isc)	7.77 A	7.69 A	7.60 A

NOCT: Irradiance 800 W/m2, ambient temperature 20 °C, AM=1.5, wind speed 1 m/s;
Best in Class AAA solar simulator (IEC 60904-9) used, power measurement uncertainty is within +/- 3%

Συνολική Επιφάνεια PV array: $A_t = \frac{E_{solar}}{E_{\frac{solar}{surf.}}} = \frac{285653Wh}{7282Wh/m^2} = 39.23m^2$

Η επιφάνεια ενός PV module είναι: $A_m = 1.67m \times 0.992m = 1.657m^2$

Number of Modules: $n = \frac{A_t}{A_m} = \frac{39.23m^2}{1.657\ m^2/mod} \cong 24\ modules$

Συνδεσμολογία PV modules

Προδιαγραφές PV module: P_p = 290W, V_p = 31.4V, I_p = 9.24A

1η Διαμόρφωση: 24 modules σε σειρά → V_p = 24x31.4 = 753.6 V, I_p = 1 x 9.24 = 9.24A
P_p = 9.24A x 753.6V = 6960 W_p

2η Διαμόρφωση: 12 modules σε σειρά → V_p = 12x31.4 = 376.8 V, I_p = 2 x 9.24 = 18.48A
P_p = 18.48A x 376.8V = 6960 W_p

3η Διαμόρφωση: 8 modules σε σειρά → V_p = 8x31.4 = 251.2 V, I_p = 3 x 9.24 = 27.72A
P_p = 27.72A x 251.2V = 6960 W_p

4η Διαμόρφωση: 6 modules σε σειρά → V_p = 6x31.4 = 188.4 V, I_p = 4 x 9.24 = 36.96A
P_p = 36.96A x 188.4V = 6960 W_p

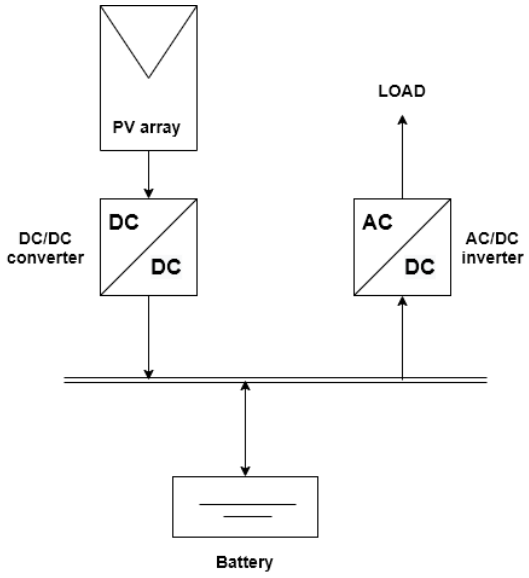
Σενάριο 1ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m^2	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	600	0	0.0	632	0
1-2	600	0	0.0	632	0
2-3	600	0	0.0	632	0
3-4	350	0	0.0	368	0
4-5	350	0	0.0	368	0
5-6	350	1.5	10.2	358	0
6-7	350	93.5	638.1	0	257
7-8	470	299	2040.7	0	1505
8-9	575	515.1	3515.6	0	2840
9-10	550	700.1	4778.2	0	4104
10-11	550	843.8	5758.9	0	5065
11-12	1675	932	6360.9	0	4471
12-13	3675	936.4	6390.9	0	2395
13-14	2800	889.4	6070.2	0	3001
14-15	2800	781.6	5334.4	0	2280
15-16	3010	616.3	4206.2	0	954
16-17	3685	419.6	2863.8	1072	0
17-18	5060	214.4	1463.3	3892	0
18-19	4010	39.5	269.6	3957	0
19-20	4760	0	0.0	5011	0
20-21	3285	0	0.0	3458	0
21-22	1950	0	0.0	2053	0
22-23	1950	0	0.0	2053	0
23-24	2535	0	0.0	2668	0
	46540	7282	49701	27154	26871

Ονομαστική Χωρητικότητα Μπαταρίας

Υποθέτοντας ότι DoD = 50% και V_{nom} = 48V

$$C_{nom} = \frac{26871}{DoD.V_{nom}} \cong 1120Ah$$



Διακρίνουμε τρεις περιοχές λειτουργίας:

1. Λειτουργία μόνο της μπαταρίας για την κάλυψη των αναγκών του φορτίου

Π.χ. Γραμμή 1. E_{load} = 600Wh, E_{pv} = 0, E_{batt} = 600/0.95 = 632

ή $\mathbf{E_{batt} = E_{load} / n_1}$

2. Συνδυαστική λειτουργία των Φωτοβολταϊκών με την μπαταρία για την κάλυψη των αναγκών του φορτίου.

Π.χ. Γραμμή 6. E_{load} = 350Wh, E_{pv} = 10,2Wh. Η ενέργεια των PV που καταλήγει το φορτίο είναι: $E_{pv} * n_1 * n_2$ = 10.2 * 0.95 * 0.98 = 9.5Wh
Άρα από την μπαταρία χρειαζόμαστε: E_{batt} = (350 – 9,5)/0,95 = 358

ή $\mathbf{E_{batt} = (E_{load} - E_{pv} * n_1 * n_2) / n_1}$

3. Φόρτιση της μπαταρίας και κάλυψη των αναγκών του φορτίου από τα Φωτοβολταϊκά

Π.χ. Γραμμή 11. E_{load} = 550Wh, E_{pv} = 5758,9Wh. Η ενέργεια που θα χρησιμοποιηθεί από τα PV για την κάλυψη των αναγκών του φορτίου είναι 550 / (0,95*0,98) = 591Wh.
Άρα, η ενέργεια που περισσεύει και θα αποθηκευτεί στην μπαταρία είναι:
(5758,9 – 591)*0,98 = 5065Wh.

ή $\mathbf{E_{batt} = (E_{pv} - E_{load} / (n_1 * n_2)) * n_2}$

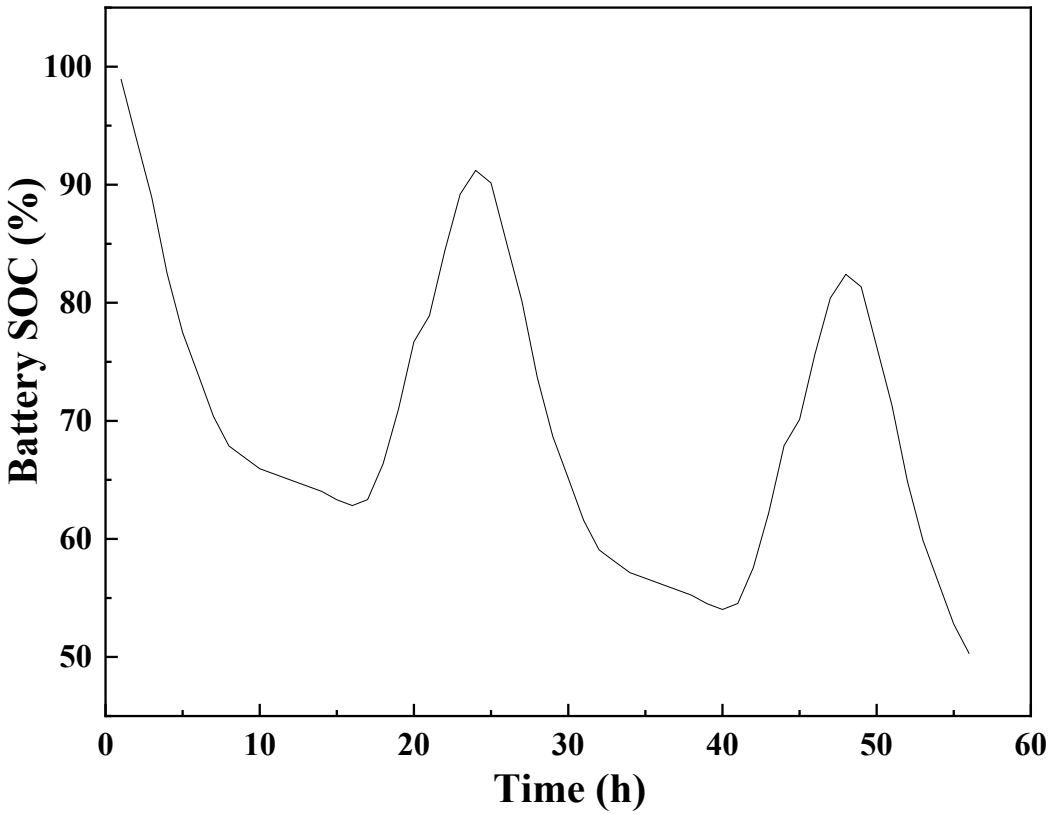
Σενάριο 1ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m^2	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	500	0	0	526	0
1-2	500	0	0	526	0
2-3	250	0	0	263	0
3-4	250	0	0	263	0
4-5	250	0	0	263	0
5-6	250	0	0	263	0
6-7	370	0	0	389	0
7-8	370	18	122	270	0
8-9	725	156	1064	0	280
9-10	450	320	2181	0	1664
10-11	450	453	3092	0	2556
11-12	450	536	3659	0	3112
12-13	2450	567	3868	0	1211
13-14	450	524	3574	0	3029
14-15	450	463	3159	0	2622
15-16	910	307	2094	0	1094
16-17	1335	130	887	536	0
17-18	2710	14	92	2762	0
18-19	2600	0	0	2737	0
19-20	3350	0	0	3526	0
20-21	2600	0	0	2737	0
21-22	1850	0	0	1947	0
22-23	1850	0	0	1947	0
23-24	1310	0	0	1379	0
	26680	3486	23792	20337	15569

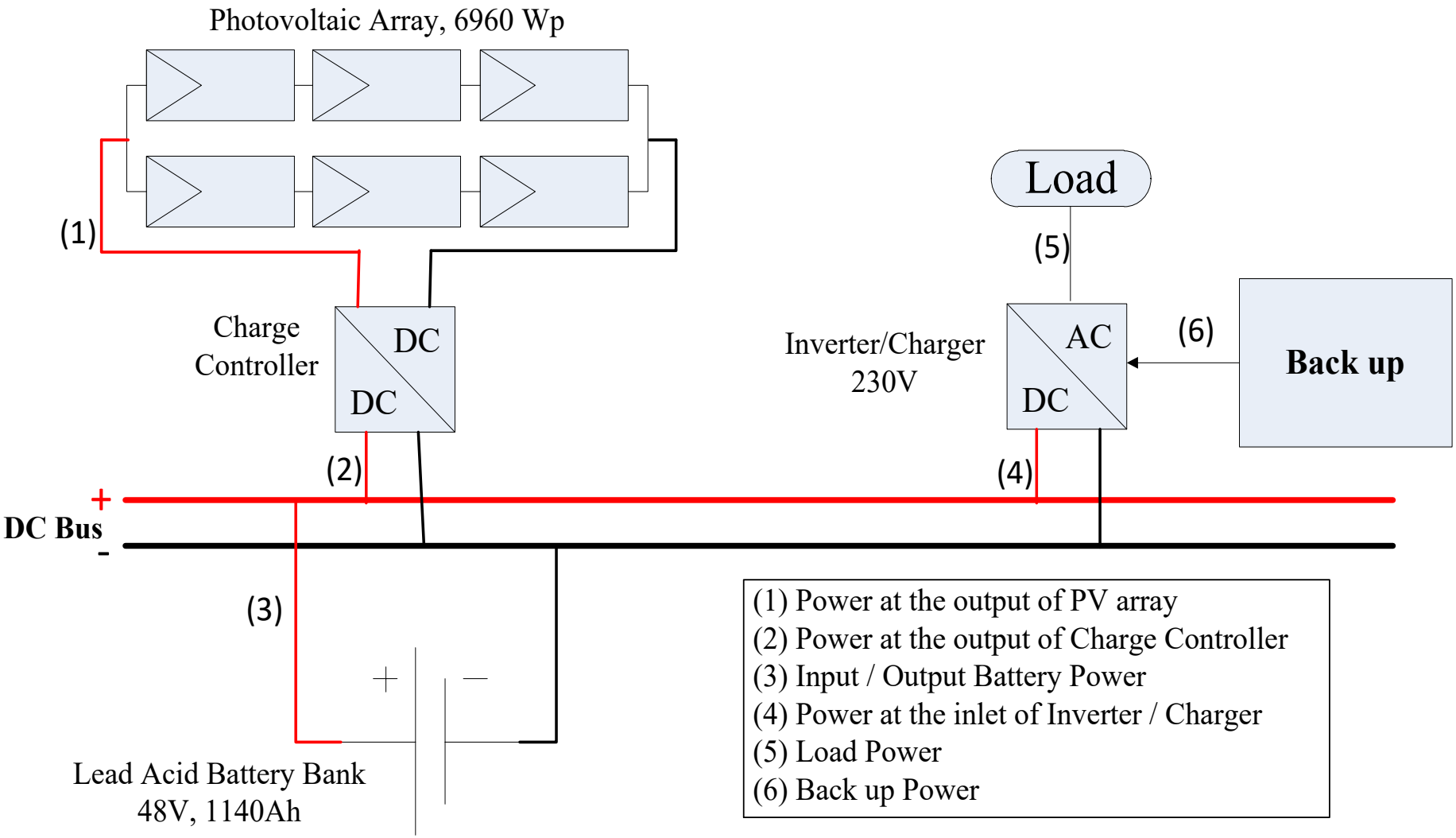
Απαραίτητη η χρήση εφεδρικού συστήματος παροχής ισχύος

Σενάριο 1ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

Ώρα	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	526	0
1-2	526	0
2-3	263	0
3-4	263	0
4-5	263	0
5-6	263	0
6-7	389	0
7-8	276	0
8-9	0	280
9-10	0	1664
10-11	0	2556
11-12	0	3112
12-13	0	1211
13-14	0	3029
14-15	0	2622
15-16	0	1094
16-17	580	0
17-18	2767	0
18-19	2737	0
19-20	3526	0
20-21	2737	0
21-22	1947	0
22-23	1947	0
23-24	1379	0
	20391	15569

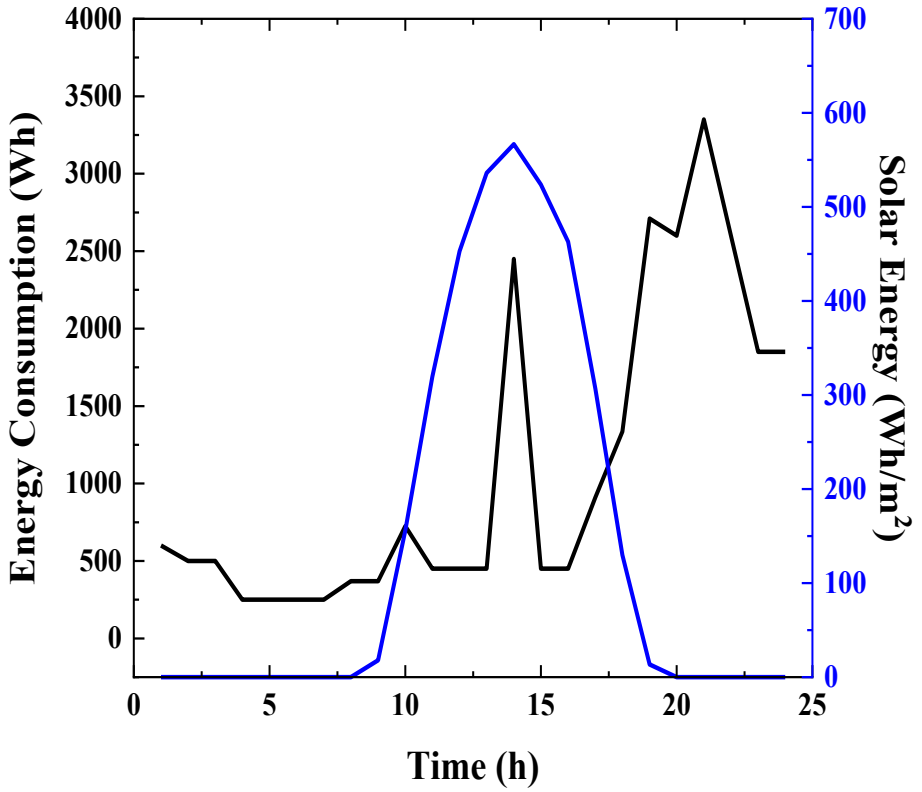


Σενάριο 1ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της καλοκαιρινής ημέρας

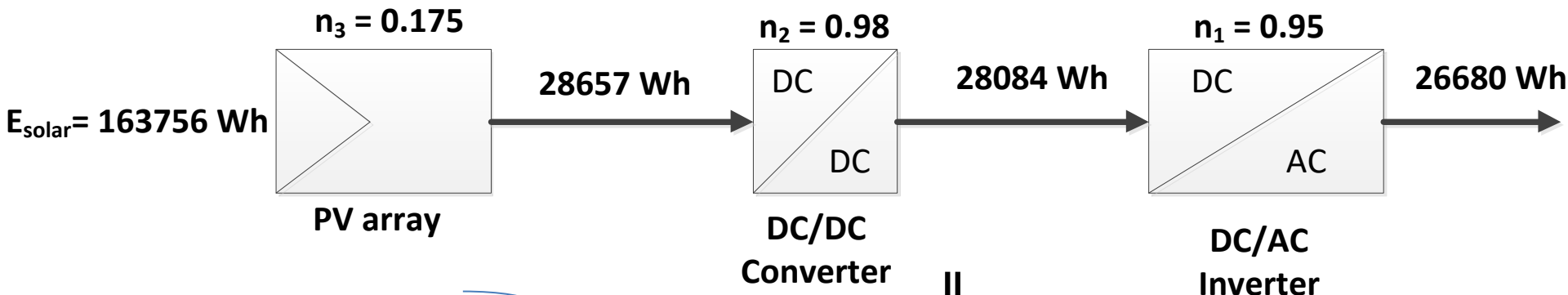


Σενάριο 2ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m^2
0-1	500	0
1-2	500	0
2-3	250	0
3-4	250	0
4-5	250	0
5-6	250	0
6-7	370	0
7-8	370	17.9
8-9	725	155.9
9-10	450	319.6
10-11	450	453
11-12	450	536.1
12-13	2450	566.7
13-14	450	523.7
14-15	450	462.9
15-16	910	306.8
16-17	1335	129.9
17-18	2710	13.5
18-19	2600	0
19-20	3350	0
20-21	2600	0
21-22	1850	0
22-23	1850	0
23-24	1310	0
	26680	3486



Σενάριο 2ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας



$$n_1 = \frac{E_{load}}{E_{inv}} \Rightarrow E_{inv} = \frac{E_{load}}{n_1}$$

$$E_{load} = 26680\ Wh$$

$$n_1 = 0.95$$

$$E_{inv} = 28084\ Wh$$

$$n_2 = \frac{E_{inv}}{E_{PV}} \Rightarrow E_{PV} = \frac{E_{inv}}{n_2}$$

$$E_{inv} = 28084\ Wh$$

$$n_2 = 0.98$$

$$E_{\mathrm{PV}} = 28657 Wh$$

$$n_3 = \frac{E_{PV}}{E_{solar}} \Rightarrow E_{solar} = \frac{E_{PV}}{n_3}$$

$$E_{PV} = 28657\ Wh$$

$$n_3 = 0.175$$

$$E_{solar} = 163756 Wh$$

Συνολική Επιφάνεια PV array: $A_t = \frac{E_{solar}}{E_{\frac{solar}{surf.}}} = \frac{163756Wh}{3486Wh/m^2} = 46{,}98m^2$

Η επιφάνεια ενός PV module είναι: $A_m = 1.67m \times 0.992m = 1.657m^2$

Number of Modules: $n = \frac{A_t}{A_m} = \frac{46{,}98m^2}{1.657\ m^2/mod} \cong 28\ modules$

Συνδεσμολογία PV modules

Προδιαγραφές PV module: P_p = 290W, V_p = 31.4V, I_p = 9.24A

1η Διαμόρφωση: 28 modules σε σειρά → V_p = 28x31.4 = 879,2 V, I_p = 1 x 9.24 = 9.24A
P_p = 9.24A x 879,2V = 8120 W_p

2η Διαμόρφωση: 14 modules σε σειρά → V_p = 14x31.4 = 439,6 V, I_p = 2 x 9.24 = 18.48A
P_p = 18.48A x 439,6V = 8120 W_p

3η Διαμόρφωση: 7 modules σε σειρά → V_p = 7x31.4 = 219,8 V, I_p = 4 x 9.24 = 36.96A
P_p = 36.96A x 219,8V = 8120 W_p

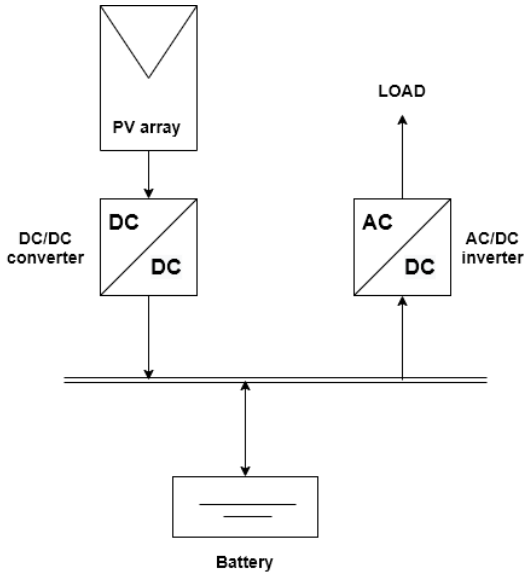
Σενάριο 2ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Χειμερινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Χειμερινής Ημέρας, Wh/m^2	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	500	0	0.0	526	0
1-2	500	0	0.0	526	0
2-3	250	0	0.0	263	0
3-4	250	0	0.0	263	0
4-5	250	0	0.0	263	0
5-6	250	0	0.0	263	0
6-7	370	0	0.0	389	0
7-8	370	17.9	147.2	245	0
8-9	725	155.9	1282.3	0	493
9-10	450	319.6	2628.7	0	2102
10-11	450	453	3725.9	0	3178
11-12	450	536.1	4409.4	0	3848
12-13	2450	566.7	4661.1	0	1989
13-14	450	523.7	4307.4	0	3748
14-15	450	462.9	3807.4	0	3258
15-16	910	306.8	2523.4	0	1515
16-17	1335	129.9	1068.4	358	0
17-18	2710	13.5	111.0	2744	0
18-19	2600	0	0.0	2737	0
19-20	3350	0	0.0	3526	0
20-21	2600	0	0.0	2737	0
21-22	1850	0	0.0	1947	0
22-23	1850	0	0.0	1947	0
23-24	1310	0	0.0	1379	0
	26680	3486	28672	20116	20130

Ονομαστική Χωρητικότητα Μπαταρίας

Υποθέτοντας ότι DoD = 50% και V_{nom} = 48V

$$C_{nom} = \frac{20130}{DoD.V_{nom}} \cong 840Ah$$



Σενάριο 2ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

Ώρα	Κατανάλωση Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh	Ηλιακή Ακτινοβολία Καλοκαιρινής Ημέρας, Wh/m^2	Ενέργεια από PV, Wh	Ενέργεια από Μπαταρία, Wh	Ενέργεια προς Μπαταρία, Wh
0-1	600	0	0	632	0
1-2	600	0	0	632	0
2-3	600	0	0	632	0
3-4	350	0	0	368	0
4-5	350	0	0	368	0
5-6	350	1.5	12	356	0
6-7	350	93.5	769	0	385
7-8	470	299	2459	0	1915
8-9	575	515.1	4237	0	3547
9-10	550	700.1	5758	0	5064
10-11	550	843.8	6940	0	6223
11-12	1675	932	7666	0	5749
12-13	3675	936.4	7702	0	3679
13-14	2800	889.4	7315	0	4222
14-15	2800	781.6	6429	0	3353
15-16	3010	616.3	5069	0	1799
16-17	3685	419.6	3451	497	0
17-18	5060	214.4	1763	3598	0
18-19	4010	39.5	325	3903	0
19-20	4760	0	0	5011	0
20-21	3285	0	0	3458	0
21-22	1950	0	0	2053	0
22-23	1950	0	0	2053	0
23-24	2535	0	0	2668	0
	46540	7282	59896	26228	35936

Περίσσεια Ενέργειας

Σενάριο 2ο. Σχεδιασμός ΥΣΠΙ με βάση την ηλιακή ακτινοβολία της χειμερινής ημέρας

